

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE PROFILAXIS, ODONTOPEDIATRÍA Y ORTODONCIA**



**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Máster en Ciencias Odontológicas**

**“Estudio comparativo de la respuesta clínica del  
sulfato férrico, según el tiempo de aplicación, en  
pulpotomías en molares temporales”**

Alumna: Teresa Alvear Campuzano

Tutora: Profa. Dra. Elena Barbería Leache

Madrid, 2014

# **ÍNDICE**

1. Introducción y Antecedentes.....	4
1.1. El tratamiento de pulpotomía en los molares temporales.....	9
1.1.1. Indicaciones y contraindicaciones de la pulpotomía.....	9
1.1.2. Técnica.....	10
1.1.3. Criterios de éxito o fracaso del tratamiento.....	11
1.2. Medicamentos utilizados en tratamientos pulpares en molares temporal.....	12
1.2.1. Pulpotomía con formocresol.....	13
1.2.2. Pulpotomía con Glutaraldehído.....	14
1.2.3. Pulpotomía con Hidróxido de calcio.....	15
1.2.4. Pulpotomía con Óxido de cinc-eugenol.....	19
1.2.5. Pulpotomía con Agregado trióxido mineral: MTA.....	21
1.2.6. Otras técnicas.....	24
1.2.7. Pulpotomía con Sulfato férrico.....	24
2. Justificación y objetivos del trabajo .....	28
3. Material y Método.....	30
3.1. Muestra.....	31
3.2. Método.....	33
3.3. Análisis estadístico.....	36
4. Resultados.....	37
4.1. Concordancia.....	38

4.2. Porcentaje de aparición de hallazgos patológicos en molares tratados con sulfato férico.....	39
4.3. Porcentaje de reabsorciones internas, externas y patología en uno y otro grupo.....	41
4.3.1. Reabsorciones internas.....	41
4.3.2. Reabsorciones externas.....	42
4.3.3. Patología en la furca radicular.....	42
4.4. Porcentaje de reabsorciones internas, externas y patología en uno y otro grupo, comparando primeros con segundos molares temporales inferiores.....	43
4.4.1. Reabsorciones internas .....	43
4.4.2. Reabsorciones externas.....	44
4.4.3. Patología en la furca radicular.....	45
5. Discusión.....	46
6. Conclusiones.....	53
7. Bibliografía.....	55

# **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

## **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

La caries, sea en la dentición temporal o permanente, es una enfermedad de carácter infeccioso, transmisible y producida por bacterias. En los niños la progresión de la enfermedad suele ser rápida y las infecciones producidas por microorganismos y bacterias Gram negativas son una de las causas más importantes que pueden afectar a la pulpa dentaria (1).

En la década de los 60, Kakehashi y cols. ya confirmaron la importancia de estos microorganismos como causantes de dichas patologías. Estas infecciones pueden llegar a la pulpa a través de la corona o de la raíz del diente (2), siendo la caries, las fisuras o fracturas y los defectos del desarrollo dentario las causas más frecuentes de infección a través de la corona (3). Estos y otros autores han demostrado que la caries en la dentición temporal progresa rápidamente y tiene una especial relevancia ya que puede originar severas complicaciones locales y a distancia. Las complicaciones locales originadas por lesiones de caries no controladas, como son la afectación de la pulpa y del periápice, conllevan a la necesidad de realizar una terapia encaminada a controlar la infección y conservar el diente cuando es posible y, lamentablemente, en muchos casos obligan a extraer el diente temporal para prevenir lesiones del diente permanente en desarrollo.

Por la estrecha relación entre la dentina y la pulpa en cuanto a sus reacciones frente a la agresión puede generalizarse y denominarse terapéutica pulpar a todos aquellos procedimientos clínicos encaminados a colocar la dentina en una situación favorable para que la respuesta defensiva pueda producirse (4).

El objetivo fundamental de la terapéutica pulpar pediátrica es el mantenimiento de los dientes tratados como unidad de la arcada dentaria hasta su exfoliación. El diente actúa como mantenedor de espacio natural, con cumplimiento de un papel estético y funcional; y siempre que sea posible, se debe mantener su vitalidad (5).

En cuanto a la realización de tratamientos pulpares en los dientes temporales, se debe tener en cuenta que tanto la anatomía radicular como la morfología pulpar de los dientes temporales presentan múltiples diferencias con respecto a los dientes permanentes:

- a) Las raíces de los dientes anteriores temporales son más estrechas en sentido mesiodistal que las de sus correspondientes permanentes.
- b) La cámara pulpar de los molares temporales es proporcionalmente mayor que la de los molares permanentes.
- c) Los cuernos pulpares de la pulpa cameral de los molares temporales son más prominentes, siéndolo, aún más, los mesiales.
- d) Las raíces de los dientes temporales son más largas, en relación con el tamaño de la corona, que las de las piezas permanentes.
- e) Las raíces de los molares temporales son más divergentes que las de los permanentes, pues entre ellas se alojan los gérmenes de los sucesores permanentes (6).

Por otro lado, la pulpa de un diente primario es histológicamente similar a la del permanente (7). En la pulpa dentaria pueden diferenciarse:

- 1. Fibroblastos y otras células defensivas, que constituyen la mayor parte de la carga celular de la pulpa.
- 2. Odontoblastos, células muy diferenciadas y responsables de la formación de la dentina.
- 3. Sustancia intercelular, constituida por fibras de colágeno y sustancia fundamental, forma la trama conjuntiva.

La irrigación de la pulpa se realiza por los vasos sanguíneos que penetran por el ápice del diente; y su inervación tiene lugar por los nervios que penetran por el ápice y acompañan el recorrido de los vasos ramificándose ampliamente en la zona subodontoblástica y llegando a la dentina.

En cuanto a sus funciones, la pulpa posee:

- 1. Función formadora de dentina durante toda la vida del diente.
- 2. Función nutritiva, a partir de los nutrientes contenidos en el líquido tisular y que difundirán a la dentina por los odontoblastos y sus prolongaciones.
- 3. Función sensorial, por sus abundantes fibras nerviosas.
- 4. Función defensiva, por formación de dentina reparadora.

La pulpa se defiende de las lesiones con una respuesta inflamatoria. La intensidad de la respuesta pulpar puede oscilar desde una lesión mínima hasta la muerte pulpar, incluso a las manifestaciones periapicales a esta necrosis (4).

El análisis de la capacidad de reparación pulpar, valiéndose únicamente de las características clínicas del dolor, es prácticamente imposible. Es esencial considerar las limitaciones inherentes al diagnóstico clínico de la inflamación pulpar. La intensidad, la duración y el tipo de agresión pulpar son aspectos importantes a considerarse durante una precisa evaluación clínica (8).

En el niño se pueden encontrar:

- **Pulpitis aguda:** es una reacción pulpar inflamatoria que puede ser transitoria y revertir a la normalidad si se instaura la terapéutica adecuada. Se manifiesta por dolor que se inicia con un estímulo (calor, frío, comida, etc.) y desaparece cuando eliminamos la causa.

- **Pulpitis crónica:** es una reacción pulpar que comprende varios estadios de deterioro pulpar; generalmente, la afectación suele involucrar, en primer lugar, la pulpa cameral extendiéndose progresivamente a la radicular. La afectación de la pulpa puede variar desde pulpitis parcial sin zonas de necrosis (carácter reversible), hasta la pulpitis parcial o total con zonas de necrosis. El síntoma fundamental es el dolor agudo e intenso que aparece espontáneamente o se desencadena por un estímulo que no cesa cuando éste desaparece.

- **Necrosis pulpar:** desaparición total de la actividad metabólica de la pulpa con muerte de esta y degeneración del tejido pulpar. Puede acompañarse o no de invasión microbiana. Es frecuente que la necrosis no responda con dolor, el diente presenta un color opaco con pérdida de translucidez.

Generalmente se intenta conservar total o parcialmente la pulpa para mantener las funciones de ésta. Sin embargo, ante la afectación pulpar en dientes temporales suele optarse por tratamientos más radicales que en los dientes permanentes debido al protagonismo que tiene el germen subyacente del diente permanente (4).

Los tratamientos pulpares se dividen en dos categorías: conservadores, aquellos cuya finalidad es mantener la vitalidad pulpar; son el recubrimiento pulpar indirecto, recubrimiento pulpar directo y pulpotomía; o radicales, cuando existe un pulpitis irreversible o necrosis pulpar cuyo tratamiento es la pulpectomía y obturación radicular (9).

#### **Tratamientos conservadores:**

- **Recubrimiento pulpar indirecto:** este tratamiento se recomienda en los casos de caries profundas próximas a pulpa pero sin síntomas de degeneración, por lo que durante la eliminación de la caries se podría producir una exposición pulpar. Se elimina la dentina infectada por caries y se deja dentina afectada con objeto de mantener la vitalidad pulpar, estimular la formación de dentina terciaria y remineralizar la dentina. Para ello, sobre la dentina afectada se deja sellado un medicamento que estimule y fomente la estimulación pulpar (4,9-11).
- **Recubrimiento pulpar directo:** se realiza cuando una pulpa sana accidentalmente expuesta durante algún procedimiento operatorio. El diente debe de estar asintomático y libre de contaminación y la exposición debe ser mínima (en punta de alfiler) (4,9-11). La reparación de las exposiciones pulpares no dependen del material de recubrimiento, pero sí está relacionado con la capacidad de estos materiales para evitar la filtración bacteriana, y por tanto también dependen de las condiciones de asepsia en las que se realiza este tipo de procedimientos (12).
- **Pulpotomía:** es la amputación de la pulpa coronal infectada, basada en la premisa de que el tejido pulpar radicular está sano o tiene un daño reversible (4, 9-11) (4, 9-11). La principal contraindicación de la pulpotomía es la presencia de cualquier signo o síntoma de inflamación que se extienda más allá de la pulpa coronal (inflamación, fistula, movilidad patológica, reabsorción radicular externa, interna, radiolucidez periapical o interradicular, calcificación pulpar o exceso de sangrado de los muñones radiculares amputados (13).

#### **Tratamientos radicales**

- **Pulpectomía:** es la remoción del paquete neurovascular del diente y preparación del conducto radicular, colocando material reabsorbible con el organismo y compatible con las estructuras adyacentes, con la finalidad de devolver la salud. El objetivo de



la pulpectomía es preservar la función y la forma de una pieza. Está indicada cuando existe evidencia de inflamación crónica o necrosis en la pulpa radicular, y está contraindicada en dientes con gran pérdida de raíz, avanzada reabsorción interna o externa o infección periapical con invasión del germen permanente. Los conductos radiculares de las piezas temporales no pueden ser tratados como los de los permanentes ya que estos presentan un desarrollo anatómico y fisiológico diferente y una morfología muy variable, lo que lleva al frecuente fracaso de este tipo de tratamiento en molares temporales (13-20).

### **1.1. El tratamiento de pulpotomía en molares temporales**

El concepto de realizar la técnica de pulpotomía en molares temporales, es muy antiguo. El fin de este procedimiento clínico es la conservación de la vitalidad de la pulpa radicular hasta que se produce el recambio fisiológico del diente temporal al que se le ha realizado la pulpotomía (21,22).

La Academia Americana de Odontopediatría define la pulpotomía como “un procedimiento que implica la amputación de la porción coronal de la pulpa dental afectada o infectada”, siendo tratada con un medicamento la pulpa radicular vital remanente (23).

Barbería y cols. definen la pulpotomía como un “tratamiento pulpar que consiste en la amputación de la pulpa coronal infectada y la fijación de la pulpa radicular mediante medicamentos”, basada en la premisa de que el tejido pulpar radicular está sano o tiene un daño reversible (4, 9-11).

Es el tratamiento pulpar más frecuentemente realizado en dentición temporal.

#### **1.1.1. Indicaciones y contraindicaciones de la pulpotomía**

##### **Indicaciones**

La pulpotomía está indicada en los casos en los que hay indicadores clínicos y/o radiográficos de afectación pulpar irreversible limitada a la pulpa cameral (24). El tratamiento de la superficie del tejido radicular remanente debe preservar la vitalidad y función, de todo o parte de ese tejido pulpar radicular (25). También está indicado en

molares temporales inferiores con imagen radiolúcida de caries que involucra a la mitad o más de la dentina.

### **Contraindicaciones**

El tratamiento de pulpotomía en dientes temporales está contraindicado en cualquiera de estas circunstancias (4, 7, 26-28):

- historia de dolor espontáneo o nocturno,
- destrucción coronaria que no permita un correcto sellado de la restauración,
- presencia de absceso o fístula,
- pulpa con drenaje seroso purulento,
- inflamación de los tejidos blandos adyacentes de origen pulpar,
- movilidad patológica,
- sensibilidad a la percusión o palpación,
- imágenes radiológicas de lesión en furca o en periápice,
- reabsorción radicular patológica, interna o externa,
- imagen de ensanchamiento patológico del ligamento periodontal,
- longitud radicular menor de la mitad,
- calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de la pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar sin posibilidad de que la hemorragia sea controlada mediante presión.

#### **1.1.2. Técnica:**

1. Anestesia y aislamiento con dique de goma.
3. Preparación del molar temporal para la adaptación de una corona metálica preformada.
4. Selección y adaptación de la corona metálica.
5. Eliminación del tejido cariado mediante instrumentos rotatorios de alta y baja velocidad y fresas 330 y redondas.
6. Eliminación del techo de la cámara pulpar con fresa 330 a alta velocidad.
7. Extirpación del tejido pulpar cameral con fresa redonda grande a baja velocidad.

8. Limpieza, secado y control de la hemorragia pulpar mediante presión leve con bolita de algodón estéril.
9. Exploración de la integridad del suelo de la cámara pulpar.
10. Colocación, en la entrada de los canales, del material elegido (que da el nombre al tipo de pulpotomía: pulpotomía al formocresol, pulpotomía al glutaraldehído, pulpotomía al sulfato férrico, etc.).
11. Eliminación del algodón y limpieza de todos los restos existentes en la cámara pulpar mediante lavado suave con agua y una bolita de algodón.
12. Colocación y adaptación de una mezcla de óxido de cinc-eugenol reforzado con polímero (polimetilmetacrilato) en la cámara pulpar a las paredes y suelo de la cámara pulpar por presión con una bolita de algodón humedecida en agua destilada.
13. Cementado de la corona con cemento de ionómero de vidrio autopolimerizable (6, 29).

### **1.1.3. Criterios de éxito o fracaso del tratamiento**

Se consideran como evidencia del éxito del tratamiento con pulpotomía la presencia, a largo plazo, de vitalidad de la mayor parte de la pulpa radicular; ausencia de síntomas o signos clínicos patológicos como dolor, tumefacción o sensibilidad; ausencia de signos radiológicos de reabsorción patológica interna y/o externa; ausencia de patología en los tejidos perirradiculares y ausencia de lesiones en los dientes permanentes de reemplazo (4, 16, 30).

La reabsorción dentaria interna es producida por la acción de los odontoclastos, existiendo una pulpa vital generalmente inflamada. Las causas pueden ser idiopáticas, infecciosas o traumáticas, siendo los traumatismos o la pulpitis crónica persistente los responsables de la formación de odontoclastos, los cuales van reabsorbiendo la dentina que rodea la pulpa dando una imagen radiolúcida en forma de dilatación ovalada dentro del conducto radicular en la radiografía (31, 32). La reabsorción radicular externa de carácter patológico indica inflamación extensa en la cual la pulpa del diente temporal no tiene vitalidad y el hueso adyacente se está reabsorbiendo. Puede asociarse a trauma

mecánico, quistes, anquilosis, procesos inflamatorios de origen pulpar o periodontal, etc. (5, 33). Radiográficamente se aprecia una radiolucidez menos definida que la reabsorción interna y con diferentes radiodensidades que puede localizarse en el tercio radicular cervical, medio o apical. Generalmente, en dientes temporales, cualquier radiolucidez asociada con un diente sin vitalidad suele ubicarse en la bifurcación, no en los ápices, debido a la existencia de los conductos accesorios en el piso de la cámara pulpar (5).

Si en la fase de revisión y seguimiento del tratamiento, se evidencia alguno de los signos o síntomas mencionados estaremos ante el fracaso del tratamiento. La mayoría de las veces el fracaso de una pulpotomía se debe a la realización del tratamiento en un diente donde este tratamiento estaría contraindicado detectándose el fracaso, por lo general, en las radiografías posteriores de control, y siendo con frecuencia el primer signo la reabsorción radicular interna (34, 35). Es de destacar, por tanto, la importancia de realizar un seguimiento periódico del tratamiento pulpar en dientes temporales.

## **1.2. Medicamentos utilizados en los tratamientos pulpares en molares temporales**

Se han ido realizando, a lo largo del tiempo, numerosos estudios en busca de un medicamento que reúna todas estas características, desde ya un primer momento, en el que Buckley introdujera el formocresol como material para este tipo de tratamientos.

Actualmente se utilizan diferentes fármacos o materiales.

Un medicamento ideal para la pulpotomía debe ser: biocompatible, bactericida, no dañar la pulpa ni estructuras adyacentes, promover la cicatrización, y no interferir en el proceso de reabsorción fisiológica (12).

### **1.2.1. Pulpotomía con formocresol**

Fue introducido por Buckley en 1904. Éste, sostenía que un producto que incorporara partes iguales de formol y tricresol reaccionaba químicamente con los productos intermedios y finales de la inflamación pulpar para formar un nuevo compuesto, incoloro y eficaz (36). Actualmente, el preparado de este autor se usa en forma diluida (1:5): 19% de formaldehído, 35% de tricresol y 15% de glicerina en una base de agua (12).

#### **- Mecanismo de acción.**

Éste se aplica sobre la pulpa radicular, en el tratamiento de pulpotomía de dientes temporales, mediante una torunda de algodón ligeramente humedecida con este líquido. El contacto directo del formocresol con la pulpa radicular determina una momificación de la misma (12). Pocos minutos después de la aplicación tópica del formocresol el tejido pulpar subyacente se hace más fibroso y acidófilo. Desde el punto de vista histológico se interpreta como fijación de tejido. De 7 a 14 días después, se tornan tres zonas evidentes: zona amplia acidófila (fijación), zona de tinción pálida (atrofia) y zona de células inflamatorias (36). La momificación pulpar se produce al interactuar con las proteínas de la misma. Debido al formaldehído aunque el cresol también contribuye a esta acción (12). El éxito clínico experimentado en el tratamiento de pulpas temporales con formocresol, es posible que esté relacionado con la acción germicida del medicamento y con sus cualidades de fijación, antes de que sea capaz de promover la curación por sí misma (36).

El efecto no solo se produce en la pulpa radicular cercana a la pulpa cameral sino que también difunde por el resto de la pulpa radicular, afectando a la misma en mayor o menor grado (12).

#### **- Reacciones adversas.**

El formocresol no sólo difunde a través de la pulpa sino también hacia el periodonto y a nivel sistémico. Entre los efectos no deseables descritos en la literatura puede producir reacciones inflamatorias en la pulpa y tejidos periodontales, necrosis pulpar, reabsorción radicular y reabsorción apical, anquilosis y lesiones en el diente permanente sucesor (12).

La acumulación de formocresol en los tejidos paradontales puede provocar afectación del ciclo respiratorio de las células y es potencialmente inmunogénico y mutagénico (36). También es conocido su potencial tóxico y carcinógeno lo cual lo hace cuestionable como apósito pulpar en dientes temporales (37).

A pesar de esto, se debe tener en cuenta que para propiciar las reacciones adversas del formocresol, se necesitan constantes aplicaciones y en grandes cantidades.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer clasificó al formaldehído como carcinogénico para los humanos en Junio de 2004 (38). En la actualidad, el formaldehído ha sido prohibido por la Comisión Europea (CE), y por lo tanto, en España (39, 40), por esta razón se han incrementado los esfuerzos por encontrar un medicamento sustituto (9) . Los materiales propuestos son entre otros: glutaraldehído, sulfato férrico, hidróxido de calcio, hueso liofilizado, proteína morfogenética ósea, proteína osteogénica, agregado trióxido mineral e hipoclorito de sodio (38).

### **1.2.2 Pulpotomía con glutaraldehído**

El glutaraldehído fue propuesto a partir de 1973, como una alternativa al uso del formocresol debido a los efectos no deseables de este último.

Se utiliza en una concentración del 2% en solución tamponada y, a diferencia del formocresol, no se encuentra como preparado comercial, debido a que pierde su eficacia en poco tiempo. Para disponer de él es necesario recurrir a la formulación magistral.

#### **- Mecanismo de acción.**

El efecto que produce esta sustancia es la desinfección de la zona de fijación del tejido pulpar radicular. El glutaraldehído produce una potente fijación de la zona con la que se pone en contacto, la pulpa, los tejidos y las bacterias, todos ellos vivos o muertos, convirtiéndolos en inertes. Los macrófagos actúan sobre esta zona fijada eliminándola, y posteriormente será sustituida por colágeno. La pulpa que queda por debajo de esta zona permanece vital (12).

A causa de su estructura química, molécula más grande a la del formocresol puede resultar menos difusible. Hay menos lesión periapical, menos necrosis y no hay

evidencia de tejido de granulación en el ápice de los dientes tratados con glutaraldehído (36).

#### **- Reacciones adversas.**

Los efectos no deseables del glutaraldehído son similares a los del formocresol pero el glutaraldehído, al difundir menos, presenta una menor probabilidad de que dichos efectos indeseables ocurran (12). Sin embargo, hay estudios que demuestran que el glutaraldehído no es el material ideal para fijar el tejido pulpar ya que han encontrado una ligera difusión hacia el tejido apical, ligamento periodontal, hueso alveolar e, incluso, orina. Además se han encontrado un significativo número de defectos en el esmalte de los dientes sucedáneos y reabsorción acelerada en las piezas temporales (9). Presenta, también iguales inconvenientes con respecto a su potencial inmunógeno, tóxico, mutágeno y carcinógeno que los preparados que contienen formocresol (37).

#### **1.2.3. Pulpotomía con hidróxido de calcio**

Fue introducido por Hermann en 1930. Es un polvo blanco, fino, inodoro e insípido. Es un compuesto obtenido a partir de carbonatos cálcicos (36). El carbonato cálcico, por calcinación, se transforma en óxido de calcio que combinándolo con el agua se obtiene hidróxido de calcio (12).

Pueden encontrarse dos tipos de presentaciones:

1. Hidróxido de calcio puro no fraguable: Se presenta en polvo para mezclar con agua destilada o se presenta ya mezclado en agua destilada o en metilcelulosa para mejorar su manipulabilidad (12). Se puede aplicar directamente sobre la zona que se desee cubrir. En estas condiciones tiene dos indicaciones concretas, el recubrimiento directo de exposiciones pulpares muy pequeñas y su colocación en el interior de conductos radiculares de raíces sin terminar de formar. Debe ser recubierto, a continuación, con algún cemento que así endurezca (36).
2. Hidróxido de calcio fraguable: existen dos formas:

- 2.1. Sistema pasta-pasta: consiste en una pasta base y otra catalizadora. La reacción de endurecimiento puede realizarse entre el calcio y el compuesto salicilato, que al reaccionar dan un disalicilato de calcio amorfo.
- 2.2. Sistemas pasta única: es el hidróxido de calcio fotopolimerizable. Se componen de una sola pasta a base de hidróxido de calcio puro, sulfato de bario, y alguna resina junto con un agente responsable de la fotopolimerización de esta última (36).

**- Propiedades generales.**

1. Propiedades mecánicas: los cementos de hidróxido de calcio presentan una resistencia a la tracción, a la compresión y un módulo de elasticidad muy bajos comparado con otros materiales, en especial, otros cementos. Por lo tanto, deben cubrirse con una base resistente.
2. Propiedades térmicas: tiene un bajo coeficiente de difusión térmica, por lo que son buenos aislantes térmicos, siempre y cuando se consigan capas mayores de 0.75mm. (ideal 1.5mm.).
3. Solubilidad: una de las propiedades más adversas de este material es la alta solubilidad en el agua y los fluidos orales. El hidróxido de calcio fotopolimerizable tiene una menor solubilidad.
4. pH: el hidróxido de calcio puro tiene un alto pH (alrededor de 12). Los cementos fraguables tienen un menor pH (entre 9 y 11), que dependen de los niveles de calcio e iones hidroxilo que queden libres después del endurecimiento. El contacto con los tejidos vivos se liberan iones calcio, lo que hace que aumente rápidamente el pH en los tejidos circundantes, dentina y esmalte.
5. Efecto calcificante: en contacto con el tejido pulpar y periapical, la acción beneficiosa del hidróxido de calcio, como promotor o inductor de la formación de tejido duro ha sido ampliamente comprobada. El mecanismo mediante el cual este material estimula la mineralización está muy discutido. Mientras algunos autores, señalan al pH como factor determinante del potencial dentino y osteogénico, otros piensan que el propio calcio sería el elemento responsable (36).



#### **- Mecanismo de acción.**

1. Efecto antimicrobiano: esta acción es debida a la propia alcalinidad del hidróxido de calcio, que se opone a la acidosis siempre presente en zonas de infección (36). La actividad bacteriana produce un ambiente ácido que provocará la disolución parcial del material, alcalinización de la zona y actuando por tanto como bactericida. Por otro lado, la disolución del hidróxido de calcio también produce la salida de las sustancias antibacterianas con lo que se potencia el efecto antibacteriano (12). El hidróxido de calcio puede ser tanto bacteriostático como bactericida, dependiendo del producto comercial. En general, cuanto menos hidrofóbico sea el preparado, mayor efecto antibacteriano, pues la difusión de los iones hidroxilo será mayor. El hidróxido de calcio fotopolimerizable prácticamente no tiene efecto bacteriostático.
2. Disminución de la permeabilidad dentinaria: este efecto, a corto plazo, se debe a que los túbulos dentinarios quedan parcialmente ocluidos debido a la propia presencia del hidróxido de calcio y/o la formación de precipitados intratubulares. A largo plazo se debe a la remineralización de la dentina expuesta.
3. Disolución del material necrótico: la capacidad del hidróxido de calcio de disolver tejidos necróticos, es similar a la del hipoclorito, aunque menos efectiva. Sin embargo, su presencia prolongada en el conducto radicular tiene un efecto terapéutico continuado.
4. Producción del puente dentinario: cuando se coloca hidróxido de calcio en contacto directo con la pulpa vital ocurren varios fenómenos histológicos que pueden resumirse de la siguiente manera:
  1. Se forman durante la primera hora la llamada “zona de obliteración”: el tejido pulpar inmediatamente en contacto con el hidróxido de calcio se altera y distorsiona debido al efecto caústico de éste. Esta zona consiste en una mezcla de restos dentinarios y coágulos de sangre entremezclados con las partículas del hidróxido de calcio.
  2. Seguidamente es posible observar una zona denominada de “necrosis de coagulación”; en ella, es posible apreciar un débil efecto clínico que alcanza más allá de la zona de obliteración, resultando una capa más apical de 0.3-0.7 mm. donde predominen fenómenos de trombosis. Esta zona representa

la desvitalización de los tejidos sin alteración de la estructura histológica con que hay un menor entramado celular.

3. A continuación se describe la “línea de demarcación” que separa la capa de necrosis de coagulación de los tejidos pulpaes vitales subyacentes.
4. Después viene la “zona densa” que es el estado temprano en la formación del puente de tejido duro calcificado.

Existe una proliferación de las células del mesénquima y un incremento en la formación de colágeno. Estas células, van proliferando y gradualmente diferenciándose en preodontoblastos y odontoblastos. Por último aparece la calcificación del puente que ocurre tan pronto se desarrolla la predentina.

4.1. Con el hidróxido de calcio puro la formación del puente dentinario ocurre en la unión de la capa de necrosis con la capa subyacente de pulpa vital (línea de demarcación). Tras un período de tiempo los tejidos necrosados por encima de la línea de demarcación degeneran completamente y desaparecen. Cuando se vuelve a abrir la cavidad del diente y se remueve la capa de hidróxido de calcio, los instrumentos detectan dentro de la cámara un pocito o hueco, en el fondo del cual es el techo del puente dentinario calcificado. Este puente dentinario se puede visualizar radiográficamente pues queda separado por la zona necrótica degenerada de la capa de hidróxido de calcio que es más radiolúcida.

4.2. Con los productos fraguables, al tener un menor pH, la capa de necrosis de coagulación formada es mínima y se forma inmediatamente por debajo del hidróxido de calcio. No hay suficiente tejido destruido para que acudan los macrófagos a retirar y es por lo tanto escaso el tejido de granulación existente. A pesar de este menor daño tisular, es suficiente para que el medio alcalino estimule la diferenciación y regeneración de odontoblastos capaces de producir el puente dentinario. Este puente se forma directamente junto al hidróxido de calcio, y al ser éste radiopaco no se puede distinguir en la radiografía (36).

La reacción pulpar ante el hidróxido de calcio puede ser considerada no como característica específica del medicamento sino más bien como reacción ante una irritación ligera. Por tal razón, es más probable que cualquier medicamento o técnica operatoria que induzca el mismo grado de irritación ligera origine las mismas reacciones pulpares (37).

#### **- Efectos secundarios:**

El hidróxido de calcio tiene efectos secundarios no deseables:

1. Posibilidad inmediata o tardía de producir calcificación total en el conducto radicular. Cuando esto ocurre el tratamiento endodóntico, si llega a necesitarse, es difícil y a veces imposible.
2. La persistencia de inflamación que tarde o temprano puede causar reabsorción interna; por eso el hidróxido de calcio no debe usarse para tratar una pulpitis ya presente. No tiene capacidad curativa sobre la inflamación y carece de efectos sedantes.
3. Paradójicamente, el hidróxido de calcio, a veces, ejerce efecto contrario, y estimula la reabsorción. Suelen aparecer en la unión entre la pulpa coronal y radicular. Para Tronstad, esta reabsorción es debida, no al alto pH del hidróxido de calcio, sino a una infección bacteriana en los túbulos dentinarios que comunica las zonas necróticas de la pulpa con las zonas vitales (12). En el estudio realizado por Sönmez D. y cols. en 2008 demostraron que la reabsorción interna fue el principal motivo de fracaso del hidróxido de calcio cuando se utilizaba en pulpotomías; sin embargo, observaron que la reabsorción interna no afecta a la reabsorción fisiológica de los dientes primarios (41). Estos resultados radiográficos también se observaron en otros estudios como en el de Moretti A. (42).

#### **1.2.4. Pulpotomía con óxido de cinc eugenol: OZE**

El empleo del óxido de cinc y del eugenol en el ámbito dental es antiguo (36). Antes de que surgiera el hidróxido de calcio era el mejor material para recubrimiento pulpar (43).

### **- Composición (36).**

Estas dos sustancias deben conocerse de un lado, por separado y, de otro, en sus diferentes presentaciones asociadas.

1. Óxido de cinc: es un polvo suave al tacto, blanco o algo amarillento, insípido e inodoro, insoluble en agua y alcohol, pero que se descompone en soluciones de ácidos fuertes. Está dotado de ligeras propiedades antisépticas y astringentes.
2. Eugenol: se trata de un líquido amarillento, soluble en solventes orgánicos como alcohol y glicerina; poco soluble en agua; ablanda y disuelve la gutapercha. Está dotado de propiedades antisépticas y en mayor o menor medida, son tóxicos e irritantes, por lo que sólo pueden utilizarse diluidos o por vía externa. La utilidad del eugenol en el control del dolor se atribuye a su capacidad para bloquear impulsos nerviosos (43). Puede inducir fenómenos de hipersensibilidad.
3. Combinación entre el óxido de cinc y eugenol: cuando se mezclan el óxido de cinc y el eugenol se obtiene eugenato, poco resistente y con una estructura tipo material compuesto.

### **- Propiedades (36).**

Las propiedades físico-mecánicas de este material endurecido son pobres, pero sus propiedades biológicas le han permitido subsistir como cementos de óxido de cinc eugenol reforzados. Los agentes reforzantes pueden ser polímeros, alúmina, sílice, ácido etoxi- benzoico (EBA).

La biocompatibilidad del óxido de cinc-eugenol es un tema difícil de enfocar y controvertido debido a sus múltiples indicaciones para estos cementos.

El eugenol es citotóxico por sí mismo. La respuesta biológica habrá que esperararla del complejo dentino-pulpar y estará en relación al grado de profundidad y proximidad a la pulpa. Cuando la mezcla se lleva al diente tiene un pH aproximado de 7, lo que en principio, hablaría de una buena biocompatibilidad. Moja muy bien el diente en estado fluido y, cuando fragua, es hidrófobo, por lo que constituye un buen material sellador. Ofrece buenas perspectivas como aislante térmico. Tiene propiedades germicidas y sirve como barrera temporal frente a la invasión bacteriana (36). Estas tres propiedades (antibacteriano, antiinflamatorio y aislante térmico) lo hacen un material indicado como calmante pulpar en recubrimientos indirectos. Se puede utilizar de forma permanente

siempre que se recubra con materiales de restauración resistentes al medio oral como composites o amalgamas entre otros (12, 44).

**- Mecanismo de acción.**

El cemento de óxido de cinc eugenol en contacto con dentina recién cortada tiene efectos sedantes por inhibir reversiblemente la transmisión nerviosa. Frente a la pulpa hay confusión para interpretar las acciones del óxido de cinc- eugenol; se sabe que tiene una acción inflamatoria por inhibir las síntesis de prostaglandinas, pero que también, en monos, puede inducir una moderada reacción inflamatoria con la formación de dentina reparadora en cavidades profundas (36).

**- Efectos adversos.**

Otra desventaja de la pasta OZE es la diferencia entre su ritmo de reabsorción y el de la raíz dental (7). Existen autores que han observado que cuando los conductos radiculares de los dientes temporales son sobreobturados con el óxido de cinc eugenol el excedente del material no es reabsorbido causando reacción de cuerpo extraño. Otros, además, encontraron que en los casos de sobreobturación los dientes sucedáneos presentaban malformaciones (9).

Debido a la presencia de eugenol, puede interferir con las reacciones de polimerización de algunas resinas produciendo modificaciones en su endurecimiento (36).

Se utiliza como material de relleno de conductos de dientes temporales por su poder antiséptico y por ser reabsorbible.

Este material se aplica por sus propiedades antisépticas y antiinflamatorias. Una de las ventajas del uso del óxido de cinc eugenol es la posibilidad de obturar la cámara pulpar (12).

**1.2.5. Pulpotomía con Agregado trióxido mineral: MTA**

Otro material que ha sido muy estudiado y que presenta excelente capacidad para estimular la mineralización es el agregado trióxido mineral (MTA). Fue desarrollado por la Universidad de Loma Linda EEUU con la finalidad de sellar las comunicaciones entre el diente y las superficies externas (8).

### **- Composición.**

Consta de un polvo compuesto de partículas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura. Las partículas de MTA están compuestas fundamentalmente por: Silicato dicálcico, aluminato férrico tetracálcico, sulfato de calcio hemihidratado, óxido tricálcico y óxido de silicato. Además incorpora una pequeña cantidad de óxidos minerales, responsables de las propiedades físicas y químicas de este agregado. El material incluye también óxido de bismuto que lo proporciona radioopacidad.

### **- Reacción de fraguado.**

El polvo se mezcla con agua estéril (proporción 3:1). El agua provoca una reacción ácido-base y la formación de cristales que tienen como consecuencia el fraguado del material.

### **- Propiedades.**

Entre las propiedades más destacadas del material se encuentra su pH. Posee un pH alcalino de 10 al comienzo de su reacción y de 12,5 tras su fraguado. Este pH alcalino es responsable de sus excelentes propiedades biológicas. El pH alcalino garantiza la antisepsia y actúa como estimulante de la calcificación. Además de esta propiedad, el material al fraguar sufre una ligera expansión de fraguado. Esto hace que, en cavidades, se produzca un sellado hermético de la interfase (12).

### **- Mecanismo de acción.**

El MTA induce la producción de más puentes de dentina en un periodo de tiempo menor que el hidróxido de calcio y, además, con menos inflamación (34). Se observa la formación de dentina reparativa, manifestada radiográficamente como puentes dentinarios, así como la formación de dentina reparativa en los conductos radiculares, con manifestaciones radiológicas de estenosis de los conductos (45). Se ha aplicado en contacto directo con la pulpa obteniendo resultados muy satisfactorios (12).

Actualmente, es comercializado en España por Maillefer-Dentsply (Tulsa Dental), con el nombre de ProRoot® (16).

En 2002, surge el MTA blanco para hacer frente a algunos problemas estéticos con el MTA de coloración Gris, dado que se observó que éste originaba coloraciones en los dientes en los que se aplicaba. Éste presenta 54,9% menos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 56,5% menos de  $\text{MgO}$  y 90,8% menos de  $\text{FeO}$  que el MTA Gris. También contiene poca cantidad de iones de hierro en su composición. El MTA Blanco también presenta un tamaño medio de partículas más pequeño.

Comparando la expansión que ocurre durante el proceso de fraguado, el MTA Gris presenta una expansión media de 1,02% mientras que el MTA Blanco presenta una expansión media de 0,08%, demostrando una expansión significativamente mayor por parte del MTA Gris.

Valorando la eficacia antibacteriana, el MTA Gris necesita menores concentraciones que el MTA Blanco para ejercer el mismo efecto antimicrobiano (45).

Las ventajas en la aplicación como material para pulpotomías son varias. En primer lugar, tiene un efecto antibacteriano por su pH alcalino. En segundo lugar, provoca una estimulación del tejido pulpar remanente. Por último, permite sellar la entrada a los conductos radiculares y actuar como base cavitaria inmediata (12).

Indudablemente, el precio elevado del MTA es el factor más frecuentemente apuntado como limitación a la utilización de este material en la práctica clínica diaria (38, 45). El tiempo de fraguado, de 3 a 4 horas, también es considerado por algunos autores como una desventaja, principalmente cuando se compara con el tiempo necesario para la conclusión del tratamiento en el caso de utilización del formocresol (34, 45). Con frecuencia los autores refieren la necesidad de realizar el tratamiento en 2 citas. Sin embargo, otros autores preconizan la realización de la pulpotomía con MTA y restauración coronaria en una sola sesión. Estos autores afirman que se conseguirá igualmente el fraguado del material porque está en contacto con la humedad de la pulpa radicular. Por último, se puede encontrar referencia en varios artículos científicos a la alteración de color provocada por el MTA gris en los dientes en que es aplicado (45).

### **1.2.6. Otras técnicas**

Se han utilizado otras técnicas como la electrocoagulación o la aplicación del láser. Estas dos técnicas están encaminadas a desinfectar la entrada a los conductos y a formar un tejido coagulado que haga un tapón y sellado de los orificios (12). Además, se continúan investigando otros materiales como el hueso liofilizado, el hueso deshidratado o la proteína osteogénica (3).

### **1.2.7. Pulpotomía con sulfato férrico**

El sulfato férrico como solución al 15.5% ha sido comúnmente utilizado como agente retractor hemostático y de coagulación en las impresiones para puentes y coronas.

Fue propuesto como agente para las pulpotomías con la teoría de que su mecanismo de control de la hemorragia podría minimizar la inflamación y reabsorción interna, (36, 46, 47) con lo que se comenzó a evaluar en estos tratamientos obteniendo éxito similar al formocresol (36).

#### **- Mecanismo de acción.**

El sulfato férrico es un material ácido. Su finalidad es actuar como antiséptico, proporcionar un precipitado de partículas que sellen la superficie expuesta (12), evitar la formación de coágulos y el precipitado de una barrera de proteínas en el sitio de la amputación, resultado de la reacción de la sangre con los iones sulfato y hierro.

Debido a esto ha ganado fuerza como medicamento para pulpotomía en dientes temporales (9), y, actualmente, está considerado como el producto de elección para el tratamiento de pulpotomías en dientes temporales.

Se presenta en forma de gel en una concentración al 15 o 20 %. Una vez eliminada la pulpa cameral se aplica sobre la pulpa radicular. Actúa cohibiendo la hemorragia, es un potente hemostático, y evita, en gran medida, la formación de un coágulo. Tras su aplicación se lava abundantemente la cámara pulpar y luego se seca.

Al igual que el formocresol y el glutaraldehído, no estimula la formación de dentina. La zona tratada curará mediante la formación de tejido fibroso.



El uso de este material tiene diversos efectos deseables. En la zona tratada la reacción inflamatoria es mínima; lo que se debe a la inhibición de la hemorragia y, por tanto, a la formación de coagulo, que es gran medida serían los responsables de la inflamación.

Cotes O. y cols. (48), en 1997, realizaron un estudio con molares maxilares de ratas para observar la respuesta del tejido pulpar, en criterios de disminución de la inflamación, presencia de una capa de odontoblastos y presencia o ausencia de dentina reparativa, puente dentinario y fibrosis, tras realizar pulpotomías con formocresol diluido al 20% y sulfato férrico y, posterior obturación con óxido de cinc eugenol, o bien, con cemento de policarboxilato. Observaron que las pulpotomías realizadas con formocresol y óxido de cinc eugenol mostraron una respuesta pulpar con menor grado de inflamación; que el uso del cemento de carboxilato, como alternativa en las pulpotomías con formocresol, no mejoraba la respuesta pulpar; y no encontraron diferencias en la disminución del grado de inflamación entre el grupo de molares obturado con óxido de cinc eugenol y el de cemento de policarboxilato en las pulpotomías realizadas con sulfato férrico. Por otro lado, observaron la presencia de dentina reparativa en el tercio medio en el 40% de las pulpotomías realizadas con sulfato férrico y óxido de cinc eugenol, mientras que las pulpotomías con formocresol y óxido de cinc eugenol mostraron unos rangos más bajos de presencia de la misma. Sólo se observó la formación de puentes dentinarios en el tercio medio en un 6.7% de los casos de pulpotomías realizadas con sulfato y formocresol con óxido de cinc eugenol. Por último, no se observó la presencia de fibrosis en el grupo del sulfato férrico con óxido de cinc eugenol y, en el resto de grupos, los ratios fueron muy bajos.

Nikki L. y cols. (46), en el año 2000, publicaron su estudio retrospectivo sobre la exploración clínica y radiográfica de pulpotomías con sulfato férrico en molares temporales durante un tiempo de seguimiento de 5 años. Como resultados obtuvieron un éxito radiográfico del 74-80%, siendo la respuesta desfavorable pulpar más frecuente la calcificación (6-33%) y la reabsorción interna (7-18%). A pesar de esto, el éxito clínico fue de 99% y, concluyeron, que la probabilidad de éxito a largo tiempo es de alrededor del 90% a los 3 años.

En el año 2003, Ibricevic H y Al-Jame Q. buscaban comparar, en su estudio, los efectos del sulfato férrico como agente utilizado en las pulpotomías de molares temporales de

niños con edades comprendidas entre 3 y 6 años de edad, con el uso del formocresol, con un seguimiento de hasta 48 meses tras realizar los tratamientos. Al finalizar su estudio encontraron un éxito clínico y radiográfico similar, a largo plazo, entre ambos agentes (49). Resultados parecidos, fueron también descritos posteriormente, en un estudio parecido realizado por Loh A. cols. (50), dos años más tarde, así como el estudio de Peng L. y cols., en 2007, que realizaron una revisión sistemática y un meta-análisis evaluando los efectos del formocresol y el sulfato férrico cuando son utilizados como medicamentos en pulpotomía de molares temporales. Concluyendo que ambos medicamentos para pulpotomía no tienen diferencias significativas en sus resultados clínicos, hallazgos radiográficos, prevalencia de destrucción apical y de furca, reabsorciones internas radiculares u obliteración del conducto pulpar. Por lo tanto, consideraron al sulfato férrico como un buen sustituto del formocresol (51).

En otros estudios realizados en los que se comparan diferentes agentes, como el descrito, en 2005, por Markovic y cols. (52), en el que se estudiaban las diferencias entre el formocresol, el hidróxido de calcio y el sulfato férrico utilizados en pulpotomías de molares temporales, obtuvieron como resultado un éxito clínico y radiográfico similar en los grupos de las pulpotomías realizadas con formocresol y sulfato férrico (90% de éxito aproximadamente), y mayor que el encontrado en el grupo del hidróxido de calcio; concluyendo que el sulfato férrico puede ser recomendado como medicamento en las pulpotomías de molares temporales.

Resultados parecidos, en cuanto al uso del sulfato férrico, se obtuvieron en el estudio realizado por Huth K. y cols, en 2005 (53), en el que se comparaba el uso de formocresol, sulfato férrico, el láser Er:YAG e hidróxido de calcio. Encontrando una tasa de éxito bastante menor en las pulpotomías realizadas con hidróxido de calcio, seguido de las realizadas con láser, y observando unas tasas de éxito clínico y radiográficos mayores en las pulpotomías con formocresol y sulfato férrico. Huth K y cols. (54), en 2012, compararon también estas cuatro técnicas, obteniendo resultados similares en cuanto al éxito clínico y radiográfico de las mismas, y recomendando el uso del sulfato férrico como mejor alternativa.

Por otro lado, Calatayud J. y cols. (55), en 2006, analizaron estudios clínicos de las técnicas de pulpotomía en dientes temporales realizadas con hidróxido de calcio,

electrocoagulación, glutaraldehído, sulfato férrico y MTA, concluyeron que las tres últimas son las mejores alternativas al formocresol por presentar los mejores resultados y tener menor número de fracasos a lo largo del tiempo.

Sonmez D. y cols. (56, 57), tras comparar los efectos a largo plazo del formocresol, sulfato férrico, hidróxido de calcio y MTA, obtuvieron también como resultados, un éxito clínico y radiográfico similar alto en el caso del sulfato férrico y formocresol, mientras que los peores resultados fueron con el hidróxido de calcio. Puesto que, el MTA es bastante más costoso, estos autores concluyeron que la mejor opción como agente en las pulpotomías de dientes temporales es el sulfato férrico.

En 2011, Zaror C. y cols. (58), realizaron un estudio para describir los resultados clínicos y radiográficos que involucran las pulpotomías realizadas con sulfato férrico o MTA en dientes primarios con exposición accidental de la pulpa. El seguimiento promedio fue de 15.6 meses para ambos grupos. El éxito clínico fue de un 100% para ambos medicamentos y el éxito radiográfico fue de 85.71% para el MTA y de 83.33% para el sulfato férrico. Las piezas tratadas con MTA presentaron cambios de coloración grisácea a nivel coronario. El sulfato férrico fue más económico y necesito un menor tiempo de trabajo.

Por lo tanto, numerosos estudios parecen demostrar que el sulfato férrico puede ser un buen agente en las pulpotomías de molares temporales; con una respuesta clínica similar al formocresol y con unas ventajas, como un bajo tiempo de trabajo, característica deseable en odontopediatría, además de poder realizar la técnica en una sola sesión, siendo su aplicación sobre los muñones pulpares de corta duración. Por otro lado, otros materiales, como el MTA, son más costosos (58).

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO**

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO**

Aunque se ha demostrado la utilidad del sulfato férrico en las pulpotomías de molares temporales se ha observado que la respuesta pulpar es variable, considerándose que la variable de mayor relevancia es el tiempo de aplicación del medicamento sobre la pulpa amputada. .

Por tanto, nos propusimos estudiar comparativamente las manifestaciones radiológicas de la respuesta pulpar en los molares temporales a los que se les habían realizado pulpotomías con sulfato férrico aplicado durante 3 minutos en unos casos y 15 segundos en otros, en el “Máster de Odontopediatría” de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Estos tratamientos se habían realizado entre septiembre de 2011 y septiembre de 2012, en los primeros casos; y, entre septiembre de 2012 y mayo de 2013, en el segundo grupo de casos.

Para este estudio se establecieron los siguientes objetivos:

1. Determinar el porcentaje de reabsorciones externas, reabsorciones internas y patología en la bifurcación en uno y otro grupo.
2. Establecer si existen diferencias significativas, entre uno y otro grupo, en cada uno de los parámetros estudiados.
3. Determinar, en base a los parámetros evaluados, si la respuesta biológica es más favorable con una aplicación de 15 segundos o de 3 minutos.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Muestra**

##### **Selección de la Muestra**

Las radiografías para este estudio procedían del banco de pacientes del Máster de Odontopediatria, de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Todas ellas se habían obtenido para otros fines.

Todas las radiografías utilizadas habían sido obtenidas por razones ajenas a este estudio y, en todos los casos, para su obtención se disponía del consentimiento informado otorgado por los padres o responsables legales, para el uso científico.

Las radiografías estudiadas fueron de aleta de mordida, utilizadas de manera rutinaria en la práctica odontopediátrica.

Para este estudio se ha utilizado una muestra de conveniencia de primeros y segundos molares temporales inferiores. Se realizó únicamente en molares inferiores ya que, en la arcada superior, las imágenes radiográficas muestran superposiciones de las estructuras, en particular superposiciones de las imágenes radiográficas de las raíces de los molares y por tanto puede resultar errónea la lectura de datos en los conductos radiculares superiores.

La muestra estaba constituida por molares a los que se les habían realizado pulpotomías con sulfato férrico, con un tiempo de aplicación de 3 minutos en un grupo de casos y 15 segundos en el otro grupo. Los tratamientos con aplicación de 3 minutos se realizaron entre septiembre de 2010 y septiembre de 2011; y los tratamientos realizados con aplicación durante 15 segundos se realizaron entre en septiembre de 2011 y mayo de 2013. Todos ellos se realizaron en el Máster de Odontopediatria, de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Todas las pulpotomías evaluadas habían sido realizadas por dos profesionales de similar formación y experiencia clínica.

La selección de la muestra, se llevó a cabo de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

***Criterios de inclusión:***

- que la pulpotomía con sulfato férrico se hubieran realizado en molares sin tratamiento previo.
- que los molares correspondieran a niños que no tuvieran una historia de patología sistémica asociada que pudiera interferir en los resultados del tratamiento, como, enfermedades cardíacas, diabetes, alteraciones de la coagulación, enfermedades pulmonares o enfermedades autoinmunes.
- que los molares correspondieran a pacientes que no hubieran recibido tratamiento farmacológico en los últimos 15 días.
- que al realizar el tratamiento se hubieran seguido, estrictamente, los pasos convencionales descritos con anterioridad.

***Criterios de exclusión***

Del presente trabajo, se han excluido los molares temporales, que además de no cumplir los criterios de inclusión:

- correspondieran a pacientes que no acudieron a las revisiones clínicas y radiográficas correspondientes,
- la calidad de las radiografías no permitieran evaluar la zona a estudiar.

**Muestra**

La muestra está formada por 72 molares temporales inferiores, siendo de ellos 36 primeros molares y 36 segundos molares (Tabla 1).



<b>MOLAR</b>	<b>n</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>7.4</b>	18	25,0
<b>7.5</b>	15	20,8
<b>8.4</b>	18	25,0
<b>8.5</b>	21	29,2
<b>Total</b>	72	100,0

*Tabla 1: número (n) y porcentaje de molares que forman la muestra*

Del total de los 72 molares, 32 molares pertenecen al grupo de aplicación de sulfato férrico durante 3 minutos, y 40 molares pertenecen al grupo de los 15 segundos de aplicación de sulfato férrico.

#### *Tiempo de Seguimiento de la Muestra*

El tiempo de seguimiento para este trabajo ha sido, en total, de 1 año valorándose los resultados obtenidos a los 6 y a los 12 meses. Esto ha permitido valorar los resultados utilizando las radiografías obtenidas en las revisiones odontopediátricas programadas.

### **3.2. Método**

Con el fin de obtener, más tarde, la concordancia intraexaminador la autora de este trabajo realizó una doble lectura de las radiografías con un intervalo de una semana. La segunda lectura fue ciega.

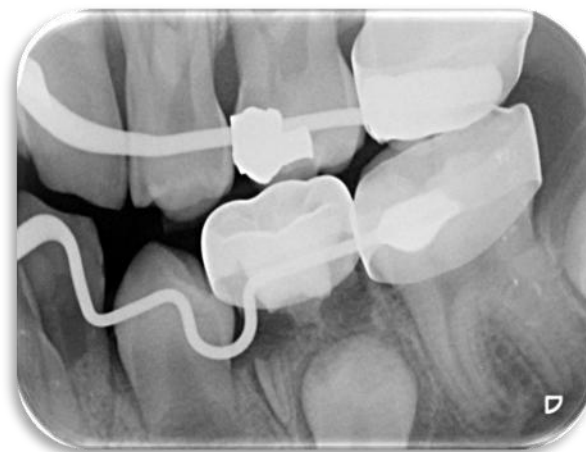
Para obtener la concordancia interexaminador, otra examinadora, de similar preparación y experiencia clínica, evaluó las radiografías. Esta examinadora no conocía los resultados de las lecturas previas.

Ambas examinadoras habían sido calibradas previamente por la directora del trabajo.

Se consideraba respuesta radiológica desfavorable sí se encontraban alguno de los siguientes hallazgos:

- reabsorción radicular patológica externa, manifestada como una imagen radiolúcida con diferentes radiodensidades que puede localizarse en el tercio radicular cervical, medio o apical (Figura 1),
- reabsorción radicular interna, visible como una imagen radiolúcida en forma de dilatación ovalada en el interior del conducto radicular (Figura 2),
- lesión de la bifurcación radicular, evidenciada como una radiolucidez en la zona de la bifurcación (Figura 3).

Se consideraba respuesta biológica favorable cuando no se evidenciaba ninguna de las situaciones anteriores.



**Figura 1:** *imagen radiográfica compatible con reabsorción radicular externa en molar 7.5*



**Figura 2:** imagen radiográfica compatible con reabsorción radicular interna en molar 7.5



**Figura 3:** imagen radiográfica compatible con lesión en la bifurcación radicular en molar 7.4.  
*Tratamiento no realizado en el magíster de Odontopediatría de la U.C.M.*

#### *Sistemática para la valoración de radiografías:*

- La lectura se realizaba siempre en la misma habitación, con luz artificial, ayudándose de una lupa marca Eschenbach®, Germany, de 2,5 aumentos, y sobre un negatoscopio convencional, de sobremesa, para uso en la clínica dental.
- En cada sesión de lectura, y para evitar errores derivados del cansancio ocular, se evaluaban un máximo de 15 radiografías colocadas sobre el mismo negatoscopio.
- Los datos fueron recogidos en Hojas de Cálculo Excel 2007 (Microsoft Corporation®), separadas para cada una de las lecturas.

- Se registraron los datos del niño o niña: apellidos, nombre, n° de historia, fecha de nacimiento, nombre del molar tratado, fecha del tratamiento y fechas de las revisiones correspondientes a los 6 y 12 meses.
- Se anotó la aparición o no de hallazgos patológicos, así como el tipo de hallazgo patológico encontrado: reabsorción interna y/o reabsorción externa y/o patología en la bifurcación radicular.
- Si un molar se encontraba ausente o el paciente no había acudido a alguna de las dos revisiones, se registró como no valorable (NV).

### **3.3. Análisis estadístico**

Para la realización del análisis estadístico se dispuso de la ayuda del personal del Departamento de Apoyo a la Investigación de la UCM.

Se utilizó el programa informático de análisis estadístico SPSS 22.0 para Windows (SPSS, 2013).

Se empleó una prueba de Kappa (K) para el acuerdo entre las evaluaciones de dos examinadoras e intra-examinador.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables cualitativas para la obtención de frecuencias y porcentajes de aparición o no de hallazgos patológicos radiográficos: reabsorción interna, reabsorción externa y patología en la furca radicular.

Se realizó un test Exacto de Fisher o Prueba de Chi-Cuadrado para contrastar la independencia o influencia entre las variables cualitativas.

Para todas las pruebas se estableció el nivel de significancia estadística con una  $p < 0,05$  y un intervalo de confianza de un 95%.

## **4. RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Concordancia:

Los datos obtenidos por la doble lectura de la investigadora y la lectura de la examinadora, se compararon para obtener la concordancia intra e interexaminador.

Se aplicó el estadístico Kappa ( $\kappa$ ) obteniéndose una concordancia intra e interexaminador alta o muy alta en todos parámetros estudiados, ( $p \leq 0.001$ ) (Tabla 2 y 3). Elegimos utilizar los datos obtenidos por la examinadora en su primera lectura para el resto de los análisis estadísticos.

	Valor Kappa (Rev. 6m)	Concordancia intra-examinador	Valor Kappa (Rev. 12m)	Concordancia intra-examinador
Hallazgos patológicos	1	Muy alta	0,963	Muy alta
Reabsorciones internas	1	Muy alta	1	Muy alta
Reabsorciones externas	1	Muy alta	1	Muy alta
Patología en la furca	1	Muy alta	1	Muy alta

**Tabla 2:** Concordancia intra-examinador para la valoración de cada uno de los parámetros estudiados en las revisiones correspondientes a los 6 y 12 meses.

	Valor Kappa (Rev. 6m)	Concordancia inter-examinador	Valor Kappa (Rev. 12m)	Concordancia inter-examinador
Hallazgos patológicos	0,962	Muy alta	*	*
Reabsorciones internas	1	Muy alta	*	*
Reabsorciones externas	0,736	Alta	0,635	Alta
Patología en la furca	*	*	0,733	Alta
* Kappa no se calcula debido a que todos los casos tuvieron un 100% de aciertos por ser un solo tipo de respuesta.				

**Tabla 3:** Concordancia inter-examinador para la valoración de cada uno de los parámetros estudiados en las revisiones correspondientes a los 6 y 12 meses.

#### **4.2. Porcentaje de aparición de hallazgos patológicos en molares tratados con sulfato férrico:**

En el total de la muestra, sin tener en cuenta el tiempo de aplicación del sulfato férrico, en 17 de los 72 molares (23,6%) se observó la aparición de hallazgos patológicos en la revisión radiológica realizada a los 6 meses; y en 20 de los 63 molares (31,7%) aparecieron hallazgos patológicos en la revisión de los 12 meses.

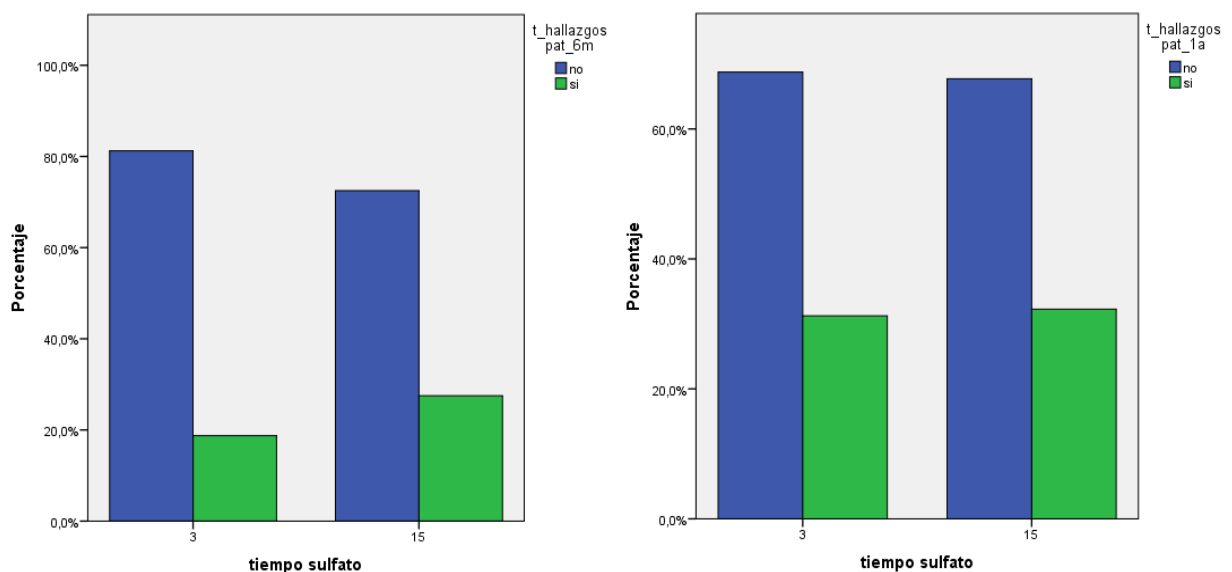
El hallazgo patológico encontrado más común fueron las reabsorciones internas; observándose la aparición de éstas en 15 molares (20,8%) en la revisión de los 6 meses, y en 16 molares (25,4%) en la revisión correspondiente a los 12 meses.

En cuanto a la aparición de hallazgos patológicos del grupo de molares tratados con sulfato férrico durante 3 minutos comparado con el grupo de 15 segundos,

se observó un mayor porcentaje de molares afectados (en un 27,5%) del grupo de 15 segundos en la primera revisión, frente al grupo de 3 minutos (18,8%). Sin embargo, se encontraron porcentajes similares de molares afectados en la revisión de los 12 meses, siendo de un 31,3% y 32,3% respectivamente. Por lo que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre un grupo y otro.

De los 40 molares del grupo de aplicación de sulfato durante 15 segundos, 9 se perdieron entre la primera y segunda revisión. 8 de ellos debido a que los pacientes no acudieron a la exploración de los 12 meses, y otro de ellos a que se realizó la extracción del mismo por patología infecciosa.

En el gráfico1 se pueden observar los porcentajes de aparición de hallazgos patológicos de uno y otro grupo de molares:



**Gráfico 1:** Representación gráfica de la ausencia o aparición de hallazgos patológicos en los molares correspondientes al grupo de 3 minutos de aplicación de sulfato férrico, y el grupo de 15 segundos de aplicación de sulfato férrico, encontradas en las revisiones radiológicas de los 6 y 12 meses.



### 4.3. Porcentaje de reabsorciones internas, externas y patología en uno y otro grupo:

#### 4.3.1. Reabsorciones internas:

En el grupo de 3 minutos de aplicación de sulfato férrico, se observó un menor porcentaje de reabsorciones internas en la revisión radiológica de los 6 meses con respecto al grupo de 15 segundos; sin embargo, en la revisión correspondiente a los 12 meses, ambos grupos presentaron resultados similares en cuanto al porcentaje de aparición de las mismas, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre uno y otro grupo.

El número de molares afectados, así como sus porcentajes, tanto en las revisiones correspondientes a los 6 meses como a los 12 meses, de ambos grupos, pueden observarse en la Tabla 4:

			Reabs. Internas 6m		n	p	Reabs. Internas 12m		n	p
			no	si			no	si		
Tiempo sulfato	3'	nº molares	27	5	32	0,392	24	8	32	1
		%	84,4	15,6	100		75	25	100	
	15"	nº molares	30	10	40		23	8	31	
		%	75	25	100		74,2	25,8	100	

n: número de molares; %: porcentaje; p: nivel de significación

**Tabla 4:** Número y porcentaje de molares con ó sin reabsorciones internas correspondientes al grupo de 3 minutos y 15 segundos de aplicación de sulfato férrico, encontradas en las revisiones radiológicas de los 6 y 12 meses.

#### 4.3.2. Reabsorciones externas:

En cuanto a la aparición de reabsorciones externas, se ha observado que, en 1 de los 32 molares (3,1%), correspondientes al grupo de 3 minutos de aplicación de sulfato férrico, hubo aparición de reabsorción externa, frente a 4 molares (10%) que presentaron esta patología de los 40 molares en los que se aplicó 15 segundos el medicamento. En la revisión de los 12 meses, se observó un mayor número de reabsorciones externas, apareciendo en 3 molares (9,4%) en el grupo de 3 minutos, y en 5 molares (16,1%) del grupo de 15 segundos, siendo por tanto, mayor el porcentaje en este último grupo. No mostraron diferencias estadísticamente significativas entre un grupo y otro.

El número de molares afectados, así como sus porcentajes, tanto en las revisiones correspondientes a los 6 meses como a los 12 meses, de ambos grupos, pueden observarse en la Tabla 5:

			Reabs. Externas 6m		n	p	Reabs. Externas 12m		n	p
			no	si			no	si		
Tiempo sulfato	3'	nº molares	31	1	32	0,373	29	3	32	0,474
		%	96,9	3,1	100		90,6	9,4	100	
	15"	nº molares	36	4	40		26	5	31	
		%	90	10	100		83,9	16,1	100	

n: número de molares; %: porcentaje; p: nivel de significación

**Tabla 5:** Número y porcentaje de molares con ó sin reabsorciones externas correspondientes al grupo de 3 minutos y 15 segundos de aplicación de sulfato férrico, encontradas en las revisiones radiológicas de los 6 y 12 meses.

#### 4.3.3. Patología en la furca radicular:

En el grupo de 3 minutos de aplicación de sulfato férrico, se observó la aparición de patología en furca en un molar (3,1%) en la revisión radiológica de los 6 meses, y en 3

molares (9,4%) en la revisión correspondiente a los 12 meses. Sin embargo, en el grupo de 15 segundos no apareció dicha patología en ningún molar en la primera revisión, y, en la segunda revisión, se presentó esta patología en un molar (3,1%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre un grupo y otro.

El número de molares afectados, así como sus porcentajes, tanto en las revisiones correspondientes a los 6 meses como a los 12 meses, de ambos grupos, pueden observarse en la Tabla 6:

			Pat. Furca 6m		n	p	Pat. Furca 12m		n	p
			no	si			no	si		
Tiempo sulfato	3'	nº molares	31	1	32	0,444	29	3	32	0,613
		%	96,9	3,1	100		90,6	9,4	100	
	15"	nº molares	40	0	40		31	1	32	
		%	100	0	100		96,9	3,1	100	

n: número de molares; %: porcentaje; p: nivel de significación

**Tabla 6:** Número y porcentaje de molares con ó sin patología en la furca radicular correspondientes al grupo de 3 minutos y 15 segundos de aplicación de sulfato férrico, encontradas en las revisiones radiológicas de los 6 y 12 meses.

#### 4.4. Porcentaje de reabsorciones internas, externas y patología en uno y otro grupo, comparando primeros con segundos molares temporales inferiores:

##### 4.4.1. Reabsorciones internas

Se obtuvo un mayor porcentaje de reabsorciones en los primeros molares temporales inferiores (en un 25% en la revisión de los 6 meses, y en un 37,5% en la revisión de los 12 meses) respecto a la aparición de las mismas en los segundos molares temporales (6,3% en la revisión de los 6 meses, y en un 12,5% en la revisión de los 12 meses) en el grupo de molares tratados durante 3

minutos con sulfato férrico, sin presentar diferencias estadísticamente significativas.

En el grupo de molares tratados con sulfato férrico durante 15 segundos, se observaron unos porcentajes similares de primeros molares y de segundos molares con reabsorciones internas, alrededor del 25% , en ambas revisiones, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre un tipo de molar y otro.

#### **4.4.2. Reabsorciones externas**

En el grupo de molares tratados durante 3 minutos con sulfato férrico se observó la aparición de reabsorciones externas en un 6,3% de los primeros molares temporales en la revisión correspondiente a los 6 meses, en cambio, no se encontró ninguna reabsorción de este tipo en ningún segundo molar temporal inferior. Respecto a la revisión de los 12 meses, el porcentaje de primeros molares con esta patología aumentó a un 12,5%, así como en el caso de los segundos molares temporales (6,3%). Entre un tipo y otro de molar, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

En el grupo de molares tratados durante 15 segundos con sulfato férrico, en cambio, en la primera revisión se encontraron reabsorciones externas en un 15% de segundos molares comparado con un 5% de primeros molares. Sin embargo, en la revisión de los 12 meses, ambos porcentajes aumentaron, siendo mayor el correspondiente al de primeros molares (18,8%) respecto a los segundos molares temporales (13,3%). En este caso, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

#### **4.4.3. Patología en la furca radicular**

En el grupo de molares correspondiente al tiempo de 3 minutos, se encontró la aparición de patología en la furca radicular en un 6,3% de primeros molares en la revisión de los 6 meses, sin encontrarse este hallazgo en ningún segundo molar. Sin embargo, el porcentaje en ambos casos fue mayor en la segunda revisión, siendo de un 6,3% de segundos molares y un 12,5% de primeros molares temporales inferiores, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, en el grupo de molares tratados con el medicamento durante 15 segundos, solo se encontró la aparición de patología en la furca radicular en un 6,3% de primeros molares temporales inferiores en la revisión correspondiente a los 12 meses.

## **5. DISCUSIÓN**

## **5. DISCUSIÓN**

El sulfato férrico al 15.5% y 20% fue propuesto, como agente para las pulpotomías, con la teoría de que su mecanismo de control de la hemorragia podría minimizar la inflamación y reabsorción interna (36, 46, 47) con lo que se comenzó a evaluar en el tratamiento de pulpotomía en dientes temporales obteniendo un éxito similar al formocresol (36). Actualmente es uno de los materiales de aplicación clínica rutinaria y, hace muchos años, aceptado por los Organismos Internacionales, como la Asociación Americana de Odontología Pediátrica (AADT), para el tratamiento de pulpotomía en dentición temporal (23).

Con el fin de evaluar la respuesta pulpar radiológica cuando se cambian los tiempos de administración de este medicamento, se ha realizado un estudio retrospectivo con un tamaño muestral de 72 molares, 32 molares pertenecientes al grupo de aplicación de sulfato férrico durante 3 minutos y 40 molares que corresponden al grupo de los 15 segundos, de aplicación de sulfato férrico. Se ha elegido hacer un seguimiento, hasta este momento, de 12 meses, debido a que durante ese período de tiempo ya se puede observar una respuesta pulpar (41, 54, 58, 59, 69).

Autores como Huth K. y cols. (53) estudiaron los efectos terapéuticos del sulfato férrico en 200 molares, 50 de ellos tratados con el material sulfato férrico al 15,5%, 50 con formocresol, 50 con láser (Er:YAG) y 50 con hidróxido de calcio, por un tiempo máximo de seguimiento de 24 meses en todos los casos. Este mismo investigador, posteriormente, realizó un estudio similar (54), con el mismo tamaño muestral pero alargando el tiempo de seguimiento, aumentándolo a 36 meses. Markovic D. y cols. (52) compararon los resultados obtenidos con la utilización del formocresol (34 molares temporales), hidróxido de calcio (33 molares) y sulfato férrico al 15,5% (37 molares) por un periodo de 18 meses; Smith N. y cols. (46) realizaron un estudio retrospectivo evaluando 242 molares temporales con pulpotomías realizadas con sulfato férrico al 15,5% con un tiempo de seguimiento máximo de 57 meses; Zaror C. y cols. (58) realizaron el seguimiento de 13 molares temporales, de ellos 7 tratados con MTA, y 6 tratados con sulfato férrico al 20% durante un tiempo de seguimiento promedio de 15,6 meses. En el estudio de Cuadros C. y cols. (59) la muestra estaba constituida por 100

molares temporales, 25 tratados con formocresol, 25 tratados con MTA, 25 tratados con hipoclorito y 25 tratados con sulfato férrico al 20%; con un seguimiento de 24 meses.

En cuanto a los criterios de selección, se eligieron todos aquellos molares temporales, tanto primeros como segundos inferiores, en los cuales se había realizado el tratamiento de pulpotomía con sulfato férrico, con aplicación del mismo durante 3 minutos y 15 segundos, en pacientes que no presentaban patologías o tratamientos farmacológicos que pudieran interferir en el estudio, para evitar sesgos en los resultados.

En lo referente a la técnica de pulpotomía, se ha utilizado la técnica más frecuentemente descrita por la mayoría de los autores empleando el sulfato férrico. La aplicación del mismo se realizó con una bolita de algodón humedecida en solución de sulfato férrico sobre la entrada de los conductos radiculares durante 15 segundos ó 3 minutos, según el grupo. Así, las etapas de anestesia, aislamiento, tallado, eliminación total de la caries, apertura cameral y control de la hemorragia, se habían realizado del mismo modo y con el mismo instrumental que el descrito para la técnica convencional, para evitar incorporar otras variables en el estudio. (6, 23, 29).

Todos estos estudios encontrados, evaluaron los tratamientos de pulpotomía con sulfato férrico al 15,5 ó 20% aplicado durante 10- 15 segundos, sin encontrarse estudios con un tiempo de aplicación de 3 minutos.

Por otro lado, para evitar sesgos en los resultados, se decidió estudiar el tratamiento en molares temporales y no en incisivos ni caninos. Esto se debe a que las características morfológicas y de función son diferentes entre estos grupos dentarios y, por tanto, podría introducir variables en los resultados. Por otro lado, el método de restauración habría sido diferente, puesto que en los dientes del grupo anterior las restauraciones suelen realizarse mediante materiales estéticos como la resina compuesta, mientras que, en los molares se recomienda el uso de coronas metálicas preformadas. Ya que el éxito de los tratamientos de pulpotomía no depende únicamente del efecto del material utilizado, pero está directamente relacionado con la capacidad de ambos materiales, de relleno y de restauración definitiva, para lograr un buen sellado biológico frente a microfiltraciones inmediatas o a largo plazo en toda la interfase de la restauración, se



decidió obturar todos los molares mediante corona metálica preformada, dado que es el método más adecuado para lograr un buen sellado y una larga durabilidad del molar tratado (61). De hecho, en la gran mayoría de las investigaciones clínicas en humanos acerca del tratamiento de pulpotomía con diferentes materiales, el análisis se llevó a cabo únicamente en molares y no en dientes del grupo anterior y la obturación final se realizó con corona metálica preformada (46, 58, 59). Sin embargo, se pueden encontrar algunos estudios en los que la obturación fue realizada con otros materiales, como por ejemplo resina compuesta (53,54), o amalgama (52).

En cuanto a los criterios de éxito y fracaso radiológico de las pulpotomías elegidos para valorar los resultados de este estudio, se han basado en los parámetros, considerados válidos y establecidos por la mayoría de los autores en estudios clínicos previos, valorando los resultados en base a criterios de éxito radiológico determinado por la ausencia de imágenes radiolúcidas de reabsorción externa acelerada o interna, o por patología infecciosa en el área de la furca (28, 35).

En cuanto a las imágenes radiológicas de reabsorción interna, algunos autores como Strange DM y cols. (61) consideran que puede considerarse como éxito radiológico aunque exista imagen de reabsorción interna radicular, dado que, según ellos, este fenómeno no indica forzosamente que el molar con pulpotomía fracase clínicamente y puede perdurar en el tiempo cumpliendo sus funciones en la cavidad oral. Otros autores como Moretti y cols. (42), Eidelman y cols. (62) y Cuadros C. y cols. (59) consideran que no se pueden incluir este tipo de reacciones patológicas en la definición de tratamiento con éxito. Sin embargo, admiten que no todos los hallazgos patológicos en los dientes temporales requieren intervención ya que la supervivencia del diente temporal puede no estar necesariamente afectada, ni tampoco el sucesor permanente (59, 62).

Haciendo referencia a los resultados encontrados en este estudio, se observó un 67,7% de éxito radiológico a los 12 meses en el grupo de molares tratados con sulfato férrico durante 15 segundos; correspondiendo con un 25,8% de molares con reabsorciones internas, un 16,1% de molares con reabsorciones externas y sin aparecer ningún molar con patología en la furca radicular. Este éxito es menor que el encontrado por Smith y cols. (37) en su estudio, siendo el mismo de un 74-80% a los 3 años de seguimiento con

una muestra de 242 molares. En ese estudio se observó un 7-18% de molares con reabsorciones internas y la aparición de patología en la furca radicular en 3 molares entre los 4-12 meses. Esta diferencia de éxito podría deberse a las diferencias en el tamaño muestral. La mayor parte de los hallazgos patológicos encontrados en el estudio fue entre los 4- 12 y 13- 24 meses, por lo que parece que dentro de los primeros 12-24 meses ya se pueden observar la respuesta pulpar en este tipo de tratamientos.

Markovic D. y cols. (52) obtuvieron un porcentaje de éxito radiológico mayor al del presente estudio, 81,1%, y, similar, al del estudio de Smith y cols., encontrando un 8,1% de reabsorciones internas, un 2,7% de reabsorciones externas y un 5,4% de patología en la furca radicular en un período de seguimiento de 18 meses. En este caso, la restauración de los molares se realizó colocando, tras la aplicación de sulfato férrico durante 15 segundos y su posterior aclarado con agua destilada y secado, pasta de hidróxido de calcio, base de cemento de ionómero de vidrio y restauración con amalgama de plata. En este sentido, la colocación de hidróxido de calcio sobre los muñones pulpares puede haber estimulado la aparición, fundamentalmente, de las reabsorciones internas. Debido a que en diversos estudios como el realizado por Sönmez D. y cols. (41) y Moretti A. y cols. (42), se ha observado que las reabsorciones internas son el principal motivo de fracaso en la pulpotomías cuando se utiliza hidróxido de calcio. Las diferencias encontradas entre el presente estudio y éste, podrían deberse a la diferencia en la experiencia clínica de los odontopediatras, siendo de más de 5 años en el estudio realizado por Markovic D. y cols. (52), mientras que los dos profesionales que realizaron las pulpotomías de este estudio tenían entre 1 y 2 años de experiencia.

En el estudio de Huth K. y cols. (53) se puede observar que el porcentaje de éxito fue de un 86% en un tiempo de seguimiento de 24 meses, con un tamaño muestral de 50 molares temporales. El porcentaje de éxito fue superior al observado en nuestro estudio. Sin embargo, en la revisión de los 12 meses, Huth K. encontró 3 molares (6%) con patología en la furca, a diferencia del presente estudio, y 2 molares (4%) con reabsorciones internas; en este sentido, menos casos con este tipo de hallazgo. En la serie de casos realizada por Zaror C. y cols. (58) no se observó la aparición de reabsorciones internas ni externas, únicamente encontraron en un molar una rizólisis patológica, de entre los 6 molares estudiados, y obteniendo un éxito radiológico del

83,3% a los 14 meses de seguimiento. Estos resultados parecen más satisfactorios que los encontrados en nuestro estudio, pero se necesitaría ampliar el tamaño muestral y el tiempo de seguimiento de ambos para poder ver los resultados a largo plazo. En similitud con nuestro estudio, los odontólogos que realizan los tratamientos son alumnos de postgrado en Odontopediatria, por lo que parece que la experiencia de éstos podría ser parecida. Igual sucede en el estudio llevado a cabo por Cuadros C. y cols. (59), los tratamientos los realizaron dos alumnos de postgrado y encontraron un porcentaje de éxito del 98% a los 3 años de seguimiento. De los 25 molares tratados con sulfato férrico, encontró 2 con reabsorciones internas (uno a los 6 meses y otro a los 24 meses) y un molar con patología en la furca (a los 12 meses). Por otra parte, estos autores, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos entre el sulfato férrico, el formocresol, el MTA y el hipoclorito de sodio a los 24 meses, proponiendo como un posible sustituto apropiado al hipoclorito de sodio en este tipo de tratamientos.

En cuanto a la respuesta pulpar radiológica, cuando se aplican dos tiempos diferentes de sulfato férrico, objetivo principal de nuestro estudio, no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre uno y otro; por lo tanto, el cambio de tiempo no parece interferir en la respuesta pulpar, pudiendo ser, esas diferencias, debidas al azar. Pero se necesitan más estudios en esta línea, para poder obtener resultados más concluyentes.

Por otro lado, en el presente estudio, igual que en otros (46, 55, 59), la obturación de la cámara pulpar se realiza con óxido de cinc eugenol. Hay que tener en cuenta que este material es un irritante cuando se pone en contacto con la pulpa tratada con sulfato férrico ya que ésta permanece aún vital (12, 59). La irritación y, por tanto, la inflamación serán mayores que en el caso de usar glutaraldehído o formocresol, pues estos momifican la pulpa (12). Por lo que, del mismo modo que sugirieron Erdem A. y cols. en su estudio (63), el fracaso pulpar observado en los tratamientos realizados con sulfato férrico y, la posterior obturación de la cámara pulpar con óxido de cinc eugenol, podría deberse al factor irritante de este último, y no a la colocación de sulfato férrico.

Por último, en este estudio, se ha observado un mayor porcentaje de hallazgos patológicos en los primeros molares temporales en comparación con los segundos

molares, al cabo de un año, siendo de un 43,8% frente a un 18,8% respectivamente, en el grupo de 3 minutos de aplicación del medicamento, y de un 37,5% en primeros molares frente a un 26,7% en segundos molares en el grupo de 15 segundos. Estas diferencias podrían explicarse debido a que, para que una radiografía revele una lesión cariosa, se requiere una descalcificación entre el 40 y 60% (64, 65), por lo que, en primeros molares temporales, la afectación pulpar puede ser más rápida respecto a la de los segundos molares, debido a las dimensiones más pequeñas (menor espesor dentinario y cuernos pulpares localizados más cerca de la superficie externa) que suelen presentar estos primeros.

## **6. CONCLUSIONES**

## **6. CONCLUSIONES**

1. En el presente estudio se han encontrado porcentajes similares de molares con hallazgos patológicos radiológicos, a los 12 meses de haberse realizado las pulpotomías con sulfato férrico, durante 3 minutos, en un grupo, y 15 segundos, en el otro, siendo de un 31,3% y 32,3% respectivamente.
2. El hallazgo patológico más común fueron las reabsorciones internas en ambos grupos.
3. No se han encontrado diferencias significativas entre los indicadores de respuesta pulpar radiológica desfavorable de los molares tratados con sulfato férrico durante 3 minutos y los tratados durante 15 segundos.
4. El cambio de tiempo de aplicación de sulfato férrico no parece interferir en la respuesta pulpar. Pero se necesitan más estudios en esta línea, para poder obtener resultados más concluyentes.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

1. Bascones A, Manso F. Infecciones orofaciales. Diagnóstico y tratamiento. Madrid: ediciones médico-dentales; 1994. p. 30-44.
2. López-Marcos JF. Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical. Med Oral Patol Cir Bucal. 2004; 9 suppl: s52-62.
3. Kakeshi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposure of dental pulps in germ free and conventional laboratory rats. Oral Surg Med Oral Pathol. 1965; 20: 340-9.
4. Barbería E. Terapéutica pulpar. En: Barbería E. Odontopediatría. 2ªed. Barcelona: Masson; 2001. p. 255-69.
5. Kennedy D, Kapala J. Pulpa dental: consideraciones biológicas de protección y tratamiento. En: Morris B. Odontología pediátrica. Buenos Aires: editorial médica Panamericana; 1984. p. 283-309.
6. Barbería E. Manual de clínica odontopediátrica. Máster de Odontopediatría UCM.IBSN-13. 978-84-690-5255-6.
7. Fuks A. Tratamiento pulpar para la dentición primaria. En: Pinkham J. Odontología pediátrica. 2ª ed. México: Interamericana McGraw Hill; 1996. p. 334-503
8. Estrela C, Holland R. Tratamiento de la pulpa dentaria inflamada. En: Estrela C. Ciencia endodóntica. Latinoamérica: Artes Médicas; 2005. p. 87-143.
9. Carranza F. Materiales para el tratamiento de conductos y área periapical en odontología. En: Toledano M. Arte y ciencia en materiales odontológicos. Madrid: ediciones avances; 2003. p. 453-62.
10. Canalda C. Medicación intraconducto. En: Canalda C. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 2ªed. Barcelona: Masson; 2006. p. 199-287.



11. Kopel H. Endodoncia pediátrica. En: Ingle J. Endodoncia. 4ªed. México D.F.: MacGraw-Hill Interamericana; 1996. p. 877-905.
12. Vallejo E, Rosales J. Materiales dentales. En: Boj JR. Odontopediatría. La evolución del niño al adulto joven. Madrid: Ripano editorial médica; 2011. p. 195-210.
13. Cortes C, Boj JR. Tratamientos pulpares en dentición temporal. En: Boj J.R. Odontopediatría. La evolución del niño al adulto joven. Madrid: Ripano editorial médica; 2011. p. 337-50.
14. Malekafzali B, Shekarchi F, Asgary S. Treatment outcome of pulpotomy in primary molars using two endodontics biomaterials. A 2-year randomised clinical trial. EJPD. 2011; 12(3):189-197.
15. Assed S, De Freitas A, Da Silva. L, Nelson-Filho P. Tratamiento endodóntico en dientes temporales. En: Leonardo M. Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares principios técnicos y biológicos. Brasil: Artes médicas Latinoamérica; 2005. p. 151-208.
16. Nunes D, Lins de Sousa D, Bastos R, Siebra J. Eighteen-month clinical and radiographics evaluation of two root canal-filling materials in primary teeth with pulp necrosis secondary to trauma. Dental Traumatology. 2011; 27:221-4.
17. Sari S, Okte Z. Success rate of Sealapex in root canal treatment for primary teeth: 3- year follow-up. Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 105(4):e93-e95.
18. Nakornchai S, Banditsing P, Visetratana N. Clinical evaluation of 3Mix and Vitapex® as treatment options for pulpally involved primary molars. IJPD. 2010; 20:214-21.
19. Takushige T, Cruz E, Asgor A, Hoshino E. Endodontic treatment of primary teeth using a combination of antibacterial drugs. International Endodontic Journal. 2004; 37:132-8.
20. Rödíg T, Hülsmann M. Indicación y uso de medicación en los conductos radiculares en Endodoncia. Quintessence. 2006; 19(9):485-94.

21. Jayam C, Miltra M, Mishra J, Bhattacharya B, Jana B. Evaluation and comparison of white mineral trioxide aggregate and formocresol medicaments in primary tooth pulpotomy: Clinical and radiographic study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2014; 32(1): 13-8.
22. Maroto M. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales. (Tesis doctoral) Madrid; 2003.
23. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Reference Manual*. 2012-13; 34(6): 222-9.
24. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2005-06; 27 (7Suppl): 130-4.
25. Boj JR. Endodoncia en la dentición temporal. En: Canalda S. *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*. 2ªed. Barcelona: Masson; 2001. p. 277-88.
26. Robert R. Treatment of vital and non-vital primary molar teeth by one- stage formocresol pulpotomy: clinical success and effect upon age of exfoliation. *Int J Pediatr Dent*. 1996; 6: 111-5.
27. Camp JH, Barrett EJ, Pulver F. Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóntico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S. *Vías de la pulpa*. 8ªed. Madrid: Mosby Elsevier; 2002. p. 797-847.
28. Fuks A, Eidelman E, Cleaton-Jones P. Pulp response to ferric sulphate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. *J Dent Chil*. 1997; jul: 254-9.
29. Rodd H, Watherhouse P, Fuks A, Moffat F. Pulp therapy for primary molars. *IJPD*. 2006; 16(suppl 1): 15-23.
30. Maroto M, Barbería E, Planells P. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: estudio piloto a quince meses. *RCOE*. 2004; 9(1): 23-30.
31. López J. Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2004; 9 suppl: s52-s62.

32. Varela-Centelles P, Romero MA, Suárez JM, Aguado A. Reabsorción radicular interna. Reabsorción radicular externa. *Semergen*. 2002; 28: 641-2.
33. Llena MC, Amnegual J, Forner L. Reabsorción radicular externa idiopática asociada a hipercalciuria. *Medicina Oral*. May-Jun 2002; 7(3): 192-9.
34. Hargreaves K, Hutter J. Farmacología en endodoncia. En: Cohen S. *Vías de la pulpa*. 8ª ed. Madrid: Elsevier Science; 2002. p. 659-73.
35. Waterhouse P, Nunn J, Wirthworth J, Soames J. Primary molar pulp therapy-histological evaluation of failure. *IJPD*. 2000; 10(4): 313-21.
36. Azabal M, Vega del Barrio J.M. Cementos en odontología (II): cementos de hidróxido de calcio. Cementos de óxido de cinc-eugenol. En: Vega del Barrio JM. *Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos*. Madrid: Ediciones Avances; 1996. p. 387-419.
37. Koch. Endodoncia. En: Koch. *Odontopediatría. Enfoque clínico*. Buenos aires: Editorial médica Panamericana. 1994. p. 135-147.
38. Fuks A. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. *JOE*. 2008; 34(78): s18-s24
39. IPCS. España: Comité Internacional de expertos Fichas Internacionales de seguridad química: Formaldehído; 2001 (citado 6 jun 2014). Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/201a300/nspn0275.pdf>.
40. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. España: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Prevención de la exposición a formaldehído; 2008 (citado 6 jun 2014). Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/873w.pdf>.
41. Sönmez D, Durutürk L. Ca(OH)<sub>2</sub> pulpotomy in primary teeth. Part I: internal resorption as a complication following pulpotomy. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 106(2):e94-e98.

42. Moretti A. y cols. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *International Endodontic Journal*. 2008; 41:547-555.
43. Trowbridge H. Endodoncia preventiva: protección pulpar. En: Walton R. *Endodoncia. Principios y práctica clínica*. México: Interamericana MacGraw Hill; 1991. p. 361-76.
44. Aguilera F, Toledano M. Cementos dentales: óxido de zinc y eugenol. En: Toledano M. *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. Madrid: ediciones avances médico-dentales; 2003. p. 271-82.
45. Cardoso C. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molar temporal. Comparación de resultados con MTA gris y MTA blanco. (Tesis doctoral) Madrid; 2010.
46. Smith N, Seal N, Nunn M. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 2000; 22(3): 192-9.
47. Ranly DM. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatr Dent*. 1994; 16: 403-9.
48. Cotes O, Boj JR, Canalda C, Carreras M. Pulpal tissue reaction to formocresol vs. ferric sulfate in pulpotomized rat teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 1997; 21(3): 247-54.
49. Ibricevic H, Al-Jame Q. Ferric sulphate and formocresol in pulpotomy of primary molars: long term follow-up study. *EJPD*. 2003; 1: 28-32.
50. Loh A. y cols. Formocresol and ferric sulfate have similar success rates in primary molar pulpotomy. *Evidence-Based Dentistry*. 2005; 6: 70.
51. Peng L. y cols. Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*. 2007; 40: 751-7.
52. Markovic D, Zivojinovic V, Vucetic M. Evaluation of three pulpotomy medicaments in primary teeth. *EJPD*. 2005; 3: 133-8.

53. Huth K. y cols. Effectiveness of 4 Pulpotomy Techniques-Randomized Controlled Trial. *J Dent Res.* 2005; 84(12): 1144-8.
54. Huth K, Hajek-Al-Khatat N, Wolf P, Ilie N, Hickel R, Paschos E. Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Invest.* 2012; 16: 1243-50.
55. Calatayud J, Casado I, Álvarez C. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Avances en Odontoestomatología.* 2006; 22(4): 229-39.
56. Sonmez D, Saziye S, Tugba Ç. A comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: a long-term follow-up. *JOE.* 2008; 34(8): 950-5.
57. Sonmez D, Sari S, Çetinbas T. Evidence-Based Review of clinical studies on pulpotomy. *J Endod.* 2008; 34: 950-5.
58. Zaror C, Vergara C, Díaz J, Aracena D. Pulpotomías con sulfato férrico y MTA en dientes primarios: serie de casos. *Int J Odontostomat.* 2011; 5(1): 77-82.
59. Cuadros C, Sáez S, Guinot F, Lorente A, Mercadé M. Clinical and radiographic outcomes of the use of four dressing materials in pulpotomized primary molars: a randomized clinical trial with 2-year follow-up. *IJPD.* 2013; 23: 400-7.
60. Fei A, Udn R, Johnson R. A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent.* 1991; 13(6): 327-32.
61. Strange DM, Seale NS, Nunn ME, Strange M. Outcome of formocresil / ZOE subbase pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. *Pediatr Dent.* 2001; 23(3): 331-6.
62. Eidelman E, Holand G, Fuks A. Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent.* 2001; 23(1): 15-8.
63. Erdem A. y cols. Success rates of mineral trioxide aggregate, ferric sulfate and formocresol pulpotomies: a 24-month study. *Pediatr Dent.* 2011; 33: 165-70.

64. Espasa E, Boj JR, Hernández M. Caries dental en el niño. En: Boj JR. Odontopediatría. La evolución del niño al adulto joven. Madrid: Ripano S.A.; 2011. p. 211-23.
65. Alfheidur W, Holbrook WP, Tranaeus S. Consistency of DIAGNOdent instruments for clinical assessment of fissure caries. Acta Odontológica Scandinavica. 2004; 62: 193-8.